

## PERENCANAAN MESIN MINI FREEZER PENGAWETAN IKAN GILING 20 KG

EMA AGUSTINA<sup>1</sup>, ALMADORA ANWAR SANI<sup>2</sup> SOLIN AMINULLAH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu 30711, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

E-mail: [ema.agustina97@gmail.com](mailto:ema.agustina97@gmail.com)

### ABSTRAK

Mesin Pengawetan ikan giling dengan kapasitas 20 kg merupakan alat untuk Mengawetan ikan giling yang yang biasanya digunakan untuk membuat pempek, kerupuk dan lain-lain. Mesin pendingin ini digunakan karena daging ikan tidak tahan lama dan mudah membusuk jika ditempatkan di udara terbuka dan pada suhu biasa. Penyebab kerusakan daging ikan diantaranya adalah aktifnya mikroorganisme dan bakteri yang ada dalam daging ikan.. Pada suhu dan keadaan lembab, mikroorganisme dan bakteri dapat berkembang biak dengan cepat. Maka untuk keperluan diatas suatu teknik refrigerasi sangat diperlukan untuk proses pendinginan ikan. Pendingin dibagi menjadi dua, yaitu yang mendinginkan pada suhu +4°C dan -20°C sebagai tempat penyimpanan berkepanjangan untuk ikan. Beberapa pendingin dapat mencairkan material dengan sendirinya, namun beberapa pendingin lain pencairan daging ikan dapat dilakukan secara manual. Beberapa faktor seperti suara mesin atau suara bising, bau, atau perubahan temperatur harus tidak terjadi pada proses pendinginan. Pada mini freezer pengawetan ikan yang mempunyai pendingin dengan suhu - 18oC dapat untuk menyimpan daging ikan selama beberapa bulan, jenis refrigeran yang digunakan untuk Mesin pengawetan ikan giling ini, yaitu refrigeran primer (R-134a), Beban pendingin total mesin *mini freezer* Pengawetan ikan giling adalah sebesar 201,34 watt, nilai COP mesin *mini freezer* pada perenanaan sebesar 3,03, nilai efisiensi 81 % dan dengan daya kompresornya adalah 0,0729634031 Kw atau sebesar 72,96 watt.

**Kata kunci:** COP, Efisiensi

## 6. Pendahuluan

### 6.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi ini, segala bentuk perkembangan teknologi sangat berdampak bagi kehidupan. Sehingga industri pun mengembangkan alat-alat refrigerasi terbaik serta benar-benar memperhitungkan efisiensi dari alat tersebut. Dampak kemajuan teknologi industri telah banyak kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari, dan di lingkungan sekitar telah banyak dipenuhi oleh hasil kemajuan teknologi yang semuanya dibuat demi kebutuhan manusia.

Refrigerasi adalah ilmu yang mempelajari tentang siklus pendinginan, yang dimana terjadi perpindahan kalor secara terus-menerus dari tempat yang dikondisikan ke tempat yang tidak dikondisikan (*inside to outside*) sehingga mencapai suhu yang diinginkan, dengan kata lain dapat diartikan sebagai proses pelepasan kalor dari suatu benda didalam ruangan dengan tujuan sebagai penyimpanan ataupun pengawetan suatu bahan makanan. (Miller, R. 2006, hal : 143)

*Freezer* adalah salah satu contoh alat refrigerasi yang berfungsi sebagai alat pembekuan dan sekaligus tempat penyimpan produk makanan tertentu, agar tahan lama menjaga kualitas (warna, aroma serta kandungan gizi) produk tersebut sehingga dapat digunakan di kemudian hari.

Fungsi akan *freezer* dewasa ini sangat diperlukan mengingat banyaknya kebutuhan pangan yang akan dikonsumsi salah satunya adalah ikan, ikan adalah komoditi utama yang banyak dihasilkan dari perairan. Kabupaten Musi Banyuasin adalah salah satu kabupaten yang terletak di sepanjang sungai musu, kabupaten ini salah satu penghasil ikan air tawar terbanyak di provinsi Sumatera Selatan. Ikan juga bisa di manfaatkan dengan cara di giling atau bisa disebut “ikan giling” dengan berbagai proses pengolahan misalnya, pempek, kerupuk, dll. Kebutuhan akan tempat penyimpanan ikan giling (*freezer*) tentunya sangat diperlukan agar ikan giling yang dihasilkan tidak mudah rusak. Maka dari itu kebutuhan akan *freezer* di Kabupaten Musi Banyuasin sangat diperlukan sebagai alat penyimpanan ikan giling yang dapat menjaga hasil pengilangan ikan agar tetap segar.

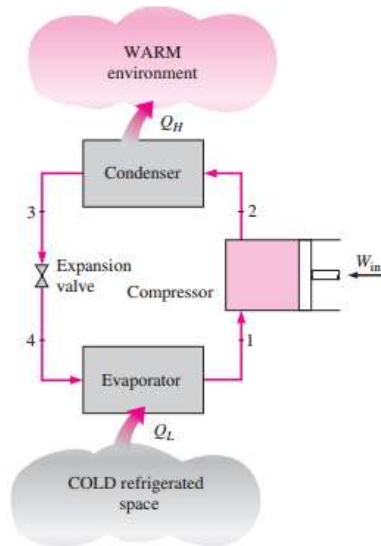
### 2.1 Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan pada pembuatan “*mini freezer*” ;

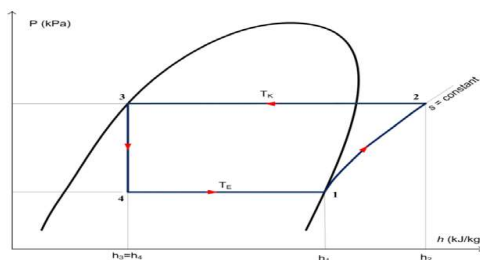
1. Mengetahui tata menghitung beban pendingin
2. Merencanakan sistem refrigrasi mini freezer
3. Mengetahui penghitungan COP dan daya kompresor”

**7. Tinjauan Pustaka**

Siklus pendingin kompresi uap merupakan jenis siklus yang paling banyak digunakan pada mesin pendingin dan tata udara saat ini. Siklus kompresi uap terdiri dari empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator. Susunan empat tersebut secara skematik ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Siklus Pendingin Sistem Kompresi Uap. (Cengel, 2006)



Gambar 2. Diagram P – h siklus kompresi uap ideal (Stoecker, 1997)

**7.1. Efek refrigerasi**

Efek refrigerasi menyatakan jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran di dalam evaporator untuk setiap satu satuan massa refrigeran. Efek refrigeran akan berpengaruh langsung terhadap kapasitas refrigeran dalam sistem.

$$ER = h_1 - h_4 \text{ (kJ/kg)} \tag{1}$$

(Wilbert, F., et al, 1882 : 187)

Dimana :

- h1 = entalpi uap refrigerant yang meninggalkan evaporator (kJ/kg)
- h2 = entalpi cairan + uap refrigeran yang masuk evaporator (kJ/kg)

**7.2. Kerja kompresi (Wk)**

Untuk mengkompresikan uap refrigeran yang bertekanan rendah menjadi uap refrigeran yang bertekanan tinggi, kompresor memerlukan usaha/kerja. Besarnya usaha/kerja sama dengan selisih entalpi uap refrigeran yang keluar kompresor dengan masuk kompresor.

$$W_k = h_2 - h_1 \text{ (kJ/kg)} \tag{2}$$

(Wilbert F., et al. 1882 : 186)

Dimana :

- h2 = entalpi uap refrigeran yang keluar kompresor (kJ/kg)
- h1 = entalpi uap refrigeran yang masuk kompresor (kJ/kg)

**7.3. COP (Coefficient of Performance)**

Istilah performansi dalam sisitem refrigerasi lebih dikenal dengan COP (*coefficient of performance*). COP merupakan suatu koefisien yang besarnya sama dengan efek refrigerasi dibagi dengan kerja kompresi. Makin tinggi harga COP nya makin baik sisitem refrigerasi tersebut. Harga COP ini biasanya lebih besar dari pada satu. COP dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$COP = \frac{\text{Efekrefrigerasi}}{\text{KerjaKompresi}} = \frac{ER}{W_k} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \tag{3}$$

(Wilbert F., et al. 1882 : 187)

**8. Metode Perencanaan**

Adapun metode perencanaan mesin pengawetan ikan giling 20 kg diatas dapat dijelaskan bahwa :

- a. Persiapan
 

Pada bagian ini mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk proses atau tahap selanjutnya. Dalam hal ini dapat meliputi mempersiapkan media yang akan digunakan untuk proses pengumpulan referensi, baik media cetak ataupun tulis. mempersiapkan objek, yang akan menjadi bahasan, mempersiapkan pembimbing maupun mempersiapkan narasumber.
- b. Pengumpulan Referensi
- c. Pembahasan

Pada proses ini akan membahas mengenai penghitungan beban pendinginan yang dimulai dari proses penghitungan beban kalor yang dikeluarkan oleh dinding karena pengaruh perpindahan panas dari lingkungan ke sistem, kalor yang dikeluarkan oleh produk, kalor yang dihasilkan oleh infiltrasi dan juga beban-beban eksternal yang dapat berupa kalor dari benda laten ataupun sensible.

d. Penentuan Komponen

Dalam penentuan komponen harus sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan seperti dalam penentuan berapa banyak komponen MCB yang akan digunakan, lampu indicator, kabel dan sebagainya, begitu juga dengan penentuan mesin refrigerasinya seberapa

besar kapasitas evaporator yang diperlukan, haruslah sesuai dengan seberapa besar beban yang akan didinginkan.

**3.3 Prosedur Perencanaan**

Dalam melaksanakan Perencanaan sistem refrigerasi disarankan untuk membuat prosedur perencanaan agar hasil yang didapat tersusun rapi sesuai dengan tujuan. Adapun langkah-langkah perencanaannya adalah sebagai berikut:

1. Dimensi mini freezer
2. Alat
3. Bahan
4. Penghitungan beban Pendinginan

**3.4 Penghitungan Beban Pendinginan**

Untuk mendapatkan hasil yang efisien, maka harus dilakukan perhitungan beban pendingin, yang terdiri dari :

- a. Perhitungan beban kalor dari produk  
 Produk yang akan didinginkan pada *Mini freezer* penyimpanan ini adalah daging ikan dengan bobot 20 kg dan suhu yang ingin dicapai yaitu sebesar -18°C.
- b. Perhitungan beban panas transmisi  
 Adapun jenis bahan dinding yang akan digunakan pada *Mini freezer* penyimpanan daging ikan ini yaitu Polystyrene yang pada dinding terluar dilapisi oleh aluminium galvanis
- c. Perhitungan Beban Panas melalui Infiltrasi Udara  
 Perhitungan infiltrasi ini dihitung karena terdapat pengaruh ketika pintu dibuka sehingga udara luar ruangan dapat masuk dan dapat membuang udara dingin yang ada pada ruangan penyimpanan jenazah .
- d. Perhitungan beban pendingin dalam  
 Yaitu beban pendingin yang bersal dari dalam *coolroom* penyimpanan selain dari beban produk, misalnya beban yang bersal dari lampu dan motor motor listrik, defrost.

**3.5 Prosedur Pemilihan Komponen**

Setelah melakukan beberapa tahap perhitungan beban pendingin maka dilakukan pemilihan komponen yang sesuai. Kompresor yang digunakan berdasarkan perhitungan beban pendingin akhir agar hasil pendinginan yang didapat sesuai dan optimal. Penentuan jenis refrigerant berdasarkan kompresor, diusahakan jenis refrigerant yang digunakan adalah jenis refrigerant yang ramah lingkungan.

Kondensor dan evaporator dapat dipilih berdasarkan perhitungan kalor yang didapat. Sedangkan katup ekspansi dapat diketahui melalui beban pendingin keseluruhan, temperatur evaporator, temperatur kondensor, dan temperatur gas *return*.

**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1 Data Perencanaan**

Mesin ini dibuat untuk menyimpan ikan giling dengan kapasitas 20 kg dalam waktu yang telah ditentukan, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Suhu yang akan di capai ikan giling adalah 1°C = 274 °K.
- b. Suhu lingkungan adalah 33 °C = 306 °K.
- c. Suhu ruangan ikan giling -18 °C = 255 K
- d. Suhu *evaporating* -25 °C = 248 °K.
- e. Suhu *Condensing* 45 °C = 318 °K.
- f. Massa daging ikan adalah 20 kg.

**4.2. Dimensi Kabin**

Ukuran ruangan perencanaan pengawetan ikan giling yaitu :

Panjang = 35 cm = 0,35 m  
 Lebar = 45 cm = 0,45 m  
 Tinggi = 55 cm = 0,55 m  
 Jadi Volumennya yaitu : 0,08 m<sup>3</sup>

Ukuran mesin perencanaan pengawetan ikan giling yaitu :

Panjang = 80 cm = 0,8 m  
 Lebar = 50 cm = 0,5 m  
 Tinggi = 60 cm = 0,6 m  
 Jadi Volumennya yaitu : 0,24 m<sup>3</sup>

**4.3.Data Jenis Material Pada Mesin Pengawetan Ikan Giling**

Tabel 1 Jenis Material Perencanaan pengawetan ikan giling

No	Bahan	Ketebalan (m)	K(W/m.K)	Keterangan
1.	Aluminium	0,002	237	Lapisan Luar Dinding
2.	Polistyr ene	0,02	0,027	Lapisan Tengah Dinding
3.	Aluminium	0,002	237	Lapisan Dalam Dinding

Untuk mencari nilai U dari dinding dan lantai pada pengawetan ikan giling adalah :

$$\frac{1}{U} = \frac{da}{ka} + \frac{dp}{kp} + \frac{da}{ka}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{0,002}{237} + \frac{0,02}{0,027} + \frac{0,002}{237}$$

$$\frac{1}{U} = 0,7407568 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

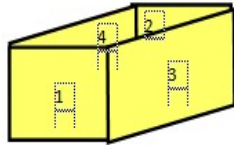
$$U = \frac{1}{0,7407568 \text{ m}^2 \text{ K/W}} = 1,3499707 \text{ W/ m}^2 \text{ K}$$

**4.3.1 Perhitungan Beban Transmisi**

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Dimana,  
 Q = Beban pendinginan (watt)  
 U = Koefisien konduktivitas thermal benda (W/m<sup>2</sup>.K)  
 ΔT = Perbedaan temperatur (°C)

Beban transmisi pada dinding untuk pengawetan ikan giling adalah sebagai berikut.



Luas area dinding 1 = dinding 2  
 = 0,45 m x 0,55 m = 0,24 m<sup>2</sup>

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = 1,34 \times 0,24 \times (306 - 255)$$

$$Q = 16,40 \text{ watt}$$

Jadi, Qt = Qdinding 1 + Q dinding 2 = 32,80 watt

Luas area dinding 3 = dinding 4  
 = 0,35 m x 0,55 m = 0,1925 m<sup>2</sup>

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = 1,34 \times 0,1925 \times (306 - 255)$$

$$Q = 13,15 \text{ watt}$$

Jadi, Qt = Qdinding 3 + Q dinding 4 = 26,30 watt

**Adapun untuk lantai dan atapnya yaitu :**

Luas area Atap = 0,35 m x 0,45 m = 0,15 m<sup>2</sup>

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = 1,34 \times 0,15 \times (306 - 255)$$

$$Q = 10,25 \text{ watt}$$

Luas area Lantai = 0,35m x 0,45 m = 0,15 m<sup>2</sup>

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = 1,34 \times 0,15 \times (306 - 255)$$

$$Q = 10,25 \text{ watt}$$

Dari beban transmisi diatas dapat dihitung keseluruhan beban kalor yang melewati dinding, atap dan lantai yakni sebesar :

$$Qt = Qdinding 1 + Q dinding 2 + Qdinding 3 + Q dinding 4 + Qatap + Qlantai$$

$$= 32,80 \text{ watt} + 32,80 \text{ watt} + 26,30 \text{ watt} + 26,30 \text{ watt} + 10,25 \text{ watt} + 10,25 \text{ watt}$$

$$= 138,70 \text{ watt}$$

Jadi beban total pada transmisi adalah sebesar 138,70 watt

**4.3.2 Beban Infiltrasi**

Pada ruangan untuk pengawetan ikan giling diketahui :

Maka,

$$qt = q \times Dt \times Df (1-E)$$

Dimana,

qt = Beban refrigerasi (KW)

q = Beban sensible dan latent refrigerasi (KW)

Dt = doorway open-time factor

Nama	Niai	Satuan
temperatur ruangan yang diinginkan	-18	°C
temperatur lingkungan	33	°C
ukuran panjang pintu	0,35 x 0,45	Meter
kelembaban ruangan	100%	Percent
kelembaban lingkungan	65%	Percent
massa jenis udara ruangan	1.38	Kg/m <sup>3</sup>
massa jenis udara lingkungan	1.14	Kg/m <sup>3</sup>
Dt	0.0007 6	-
Df	0.8	-
E	0,85	
Gravitasi	9,8	m/s <sup>2</sup>
hi (entalpi ambient )	86,51	Kj/Kg
hr (entalpi refrigerasi )	-16,25	Kj/Kg

Tabel 4.2 ruangan pada pengawetan ikan giling

Df = doorway flow factor

E = effectiveness of doorway protective device

$$q = 0.221 \times A (h_i - h_r) \rho_r \left(1 - \frac{\rho_i}{\rho_r}\right)^{0.5} (gH)^{0.5} Fm$$

Dimana,

A = Luas pintu terbuka (m<sup>2</sup>)

hi = entalpi ambient (Kj/Kg)

hr = entalpi refrigerasi (Kj/Kg)

ρi = massa jenis udara ambient (Kg/m<sup>3</sup>)

ρr = massa jenis udara refrigerasi (Kg/m<sup>3</sup>)

g = gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

H = tinggi pintu (m)

Fm = factor massa jenis

$$Fm = \left[ \frac{2}{1 + \left(\frac{\rho_i}{\rho_r}\right)^{1/3}} \right]^{1.5}, \text{ maka } Fm = \left[ \frac{2}{1 + \left(\frac{1,38}{1,14}\right)^{1/3}} \right]^{1.5}$$

$$Fm = 0,96$$

$$q = 0.221 \times 0,24 (86,51 - (-16,25)) 1,38 \left(-\frac{1,14}{1,38}\right)^{0.5} (9,8 \times 0,55)^{0.5} 0,96$$

$$q = 7,03 \text{ kw}$$

jadi nilai dari qt adalah :

$$qt = q \times Dt \times Df (1-E)$$

$$qt = 7,03 \times 0.00078 \times 0.8 (1 - 0.85)$$

$$qt = 0,0006411 \text{ Kw}$$

Dari perhitungan diatas didapat beban infiltrasinya yakni sebesar 0,6411 watt.

**4.3.3 Beban Produk**

Dalam penghitungan beban yang diberikan oleh produk harus diketahui terlebih dahulu kalor spesifik dari produk tersebut. Adapun kalor spesifik untuk ikan yakni 3,55 KJ/Kg.K. Dari data tersebut di peroleh kalor yang dibutuhkan untuk pengawetan ikan giling adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ikan}} &= m_{\text{ikan}} \cdot C_p_{\text{ikan}} \cdot \Delta t_{\text{ikan}} \\
 &= (20 \text{ kg}) \cdot (3,55 \text{ KJ/(kg.K)}) \cdot (306-255 \text{ K}) \\
 &= 3.621 \text{ KJ}
 \end{aligned}$$

Dari besar kalor pendinginan di atas maka dapat dihitung beban produk sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 q_{\text{produk}} &= \frac{Q_{\text{ikan}}}{t_{\text{pendinginan}}} \\
 &= \frac{3.621 \text{ KJ}}{24 \times 3600} \\
 &= \frac{3621000 \text{ J}}{24 \times 3600} \\
 &= 42 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

**4.3.4 Beban Peralatan**

Beban peralatan yang dihitung dalam perancangan tempat penyimpanan wortel ini hanyalah beban pada kipas yang digunakan di evaporator. Pada evaporator ini menggunakan kipas yang memiliki kapasitas 20 W dan menyala selama 24 jam.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{kipas}} &= \text{kapasitas kipas} \times \frac{\text{lama penggunaan}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 20 \text{ W} \times \frac{24 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 20 \text{ W}
 \end{aligned}$$

**4.3.5 Beban total refrigrasi**

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{transmisi}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{produk}} + Q_{\text{kipas}} \\
 &= 138,70 \text{ w} + 0,6411 \text{ w} + 42 \text{ w} + 20 \text{ w} \\
 &= 201,34 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Safety factor} &= (201,34 \times 10\%) + Q_{\text{total}} \\
 &= 20,134 + 201,34 \\
 &= 221,47 \text{ watt} \\
 &= 0,22147 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

**4.4 Perhitungan Untuk Mesin Refrigrasi**

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan dalam perancangan, maka berikut ini adalah data-data yang akan digunakan untuk proses perhitungan dan pemilihan mesin-mesin refrigrasi :

Temperature evaporator ditetapkan sebesar -25°C dengan pertimbangan bahwa perbedaan temperatur evaporator dan ruangan penyimpanan 7°C. untuk temperatur ruangan ditetapkan -18°C karena temperature ruangan harus lebih rendah dari temperatur akhir product yang ditetapkan sebesar 1°C

Temperature kondensor juga ditetapkan sebesar 45°C. Hal ini dikarenakan condenser yang digunakan adalah kondensor berpendingin udara dengan temperatur udara sekitar bisa mencapai 33°C.

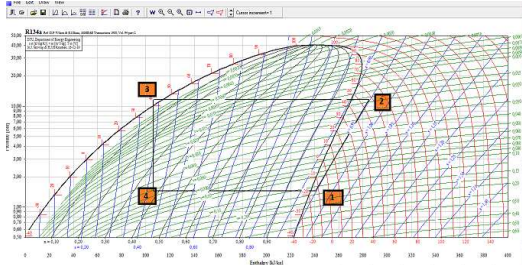
Beban refrigrasi yang dibutuhkan oleh evaporator adalah sebesar 221,47 Watt atau 0,22147 Kw.

Dalam perancangan ini ditetapkan pemakaian superheating dan subcooling masing-masing sebesar 5K dengan tujuan untuk memastikan fasa

refrigerant yang masuk ke kompresor murni hanya berupa gas dan fasa yang masuk ke ekspansi valve murnihanya berupa liquid.

➤ Refrigerant yang digunakan pada perancangan ini adalah R134A

Dari data-data di atas, maka dapat dibuat siklus refrigrasinya dalam p-h diagram dengan menggunakan perangkat lunak *Coolpack* seperti berikut ini :



Gb 4.1 hasil penarikan coolpack

Dari p-h diagram diatas dapat diketahui besarnya temperatur, tekanan, enthalpy, dan massa jenis refrigerant. Berikut ini adalah table untuk keempat titik tersebut :

Tabel 4.3 hasil penarikan dari coolpack

Titik	Temperature (°C)	Tekanan (bar)	Enthalpy (KJ/kg)
1	-13,000	1,448	240,716
2	57,234	11,597	285,050
3	40,000	11,597	106,189
4	-13,000	1,448	106,189

Dari table diatas maka jika ingin mendapatkan efek refrigrasi sebesar 0,2214KW, maka harus dipenuhi beberapa hal berikut :

➤ Efek refrigrasi terdiri dari titik 4 ke titik 1, sehingga besarnya efek refrigrasi,

$$\begin{aligned}
 \Delta h_e &= h_1 - h_4 \\
 &= 240,716 - 106,189 \\
 &= 134,527 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

Maka laju aliran massa refrigerant (m), yang harus digunakan sebesar :

$$\begin{aligned}
 \dot{m} &= \frac{q_{\text{evap}}}{\Delta h_e} \\
 &= \frac{0,2214}{134,527} \\
 &= 0,0016457663 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

Dari laju aliran massa refrigerant yang ada, maka bisa diketahui besarnya daya kompresor.

Proses kompresi terjadi dari titik 1 ke titik 2, sehingga kerja kompresor yang dibutuhkan adalah sekitar :

$$\begin{aligned}
 W_k &= \dot{m} (h_2 - h_1) \\
 &= 0,0016457663 (285,050 - 240,716 \text{ kJ/kg}) \\
 &= 0,0016457663 \times 44,334 \\
 &= 0,0729634031 \text{ Kw} = 72,96 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Besarnya daya yang diperlukan oleh condenser dapat diketahui dari efek refrigrasi dan daya kompresor yang dibutuhkan. Proses kondensasi terjadi dari titik 2 ke titik 3, sehingga daya yang kondensasi (qkon), yang dibutuhkan adalah :

$$Q_{\text{kon}} = q_{\text{evap}} + w_k$$

$$\begin{aligned}
 &= 221,47 \text{ W} + 72,96 \text{ W} \\
 &= 294,43 \text{ W} \\
 &= 0,29443 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}
 \text{COP} &= \frac{Q_{in}}{W_k} = \frac{H1-H4}{H2-H1} \\
 &= \frac{240,716 \text{ kJ/kg} - 106,189 \text{ kJ/kg}}{285,050 \text{ kJ/kg} - 240,716 \text{ kJ/kg}} \\
 &= \frac{134,527}{44,334} = 3,03
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai COP dari perhitungan manual diatas didapat sebesar 3,03

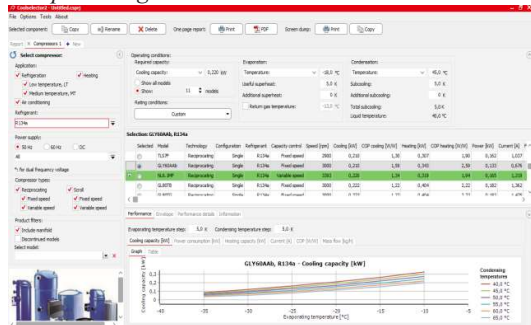
$$\begin{aligned}
 \text{COPc} &= \frac{273+T_e}{T_c-T_e} \\
 &= \frac{273+(-13,000)}{57,234 - (-13,000)} = \frac{260}{70,234} = 3,70
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= \frac{\text{COP}}{\text{COPc}} \times 100 \% \\
 &= \frac{3,03}{3,70} \times 100 \\
 &= 0,81 \times 100\% = 81\%
 \end{aligned}$$

#### 4.5 Menentukan Komponen Refrigerasi

##### 4.5.1 Menentukan Kompresor

Dari perhitungan data menggunakan coolselector2 adalah kompresor berjenis *Reciprocating Model NL6.MF*



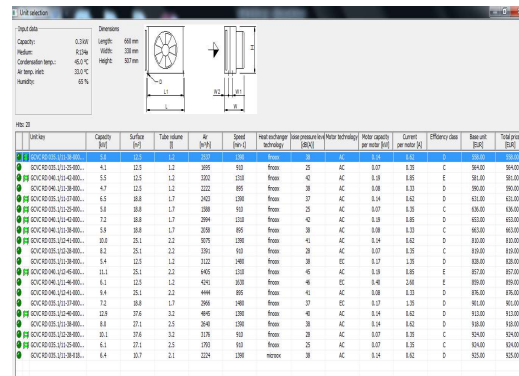
Gb 4.2 hasil kompresor aplikasi dari coolselector **Keunggulan Reciprocating Compressor**

- Kompresor torak mempunyai efisiensi volumetrik yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kompresor yang lain, sehingga kompresor ini akan menghasilkan kapasitas udara yang lebih besar.
- Debu dan pasir tidak mudah masuk ke dalam silinder karena udara yang dihisap harus melalui saringan udara sebelum udara tersebut masuk silinder melalui katup isap. Dalam hal ini silinder dan piston tidak akan cepat rusak akibat kotoran yang masuk ke dalam silinder.
- Kompresor torak memiliki konstruksi yang lebih sederhana, sehingga penggunaannya lebih ekonomis.
- Memiliki rasio kompresi yang lebih besar.

##### 4.5.2 Menentukan Kondensor

Besarnya daya yang diperlukan oleh condenser dapat diketahui dari efek refrigrasi dan daya kompresor yang dibutuhkan. Proses kondensasi terjadi dari titik 2 ke titik 3, sehingga daya yang kondensasi (qkon), yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{kon} &= q_{evap} + w_k \\
 &= 221,47 \text{ W} + 72,96 \text{ W} \\
 &= 294,43 \text{ W} \\
 &= 0,29443 \text{ kw}
 \end{aligned}$$



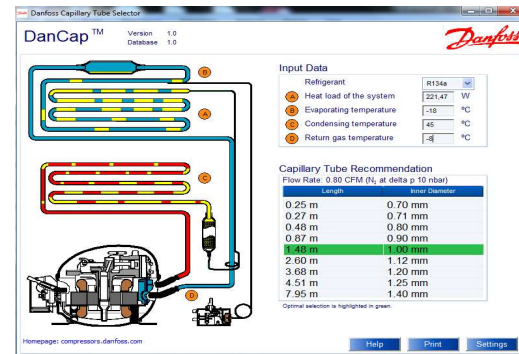
Gambar 4.3 hasil dari aplikasi GPC.EU 2015

##### 4.5.3 Menentukan Pipa Kapiler

jadi ukuran pipa kapiler yang kami pakai yaitu

Ukuran Panjang : 1,48 m

Diameter : 1,00 mm



Gb 4.4 Hasil dari software danfoss

##### 4.5.4 Menentukan Evaporator

Berdasarkan hasil dari total pendinginan yang di dapat yaitu 0,22147 Kw, maka evaporator harus mempunyai kapasitas beban pendinginan sebesar 0,22147 kJ/s.

#### 5. Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan pembuatan *mini freezer* yang berkapasitas 20 kg dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Beban pendingin total mesin *mini freezer* ini adalah sebesar 201,34 watt
- COP mesin *mini freezer* pada perencanaan sebesar 3,03
- Nilai efisiensi 0,81 atau 81%
- dan dengan daya kompresornya adalah 0,0729634031 Kw atau sebesar 72,96 watt.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Cengel, Yunus A and M.A.Boles. 2006. *Thermodynamics An Engineering Approach*. McGraw-Hill
- Stoecker W.F., Jones J.W. 1997. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Alih Bahasa Ir.Supratman Hara, Airlangga.
- Wilbert, F, Stocker, Jerold W, Jones. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta: Erlangga, 1982
- ASHRAE, *Handbook Refrigeration, Refrigeration Load*. 2006 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- A.R Troot.2000.*refrigeration and air conditioning*.New Delhi: butterworth-heineman
- Miller, R. 2006, *Air conditioning and Refrigeration*.McGraw hill
- W. F. Stoecker, J. W. Jones.1990.*Refrigeration And Air Conditioning*, 2nd Ed., McGraw-Hill
- M.J. Moran And H.N. Shapiro. 2006. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics 5<sup>th</sup> Edition*. John Wiley & Sons, Inc
- Widodo, Sapto dan Syamsuri Hasan. 2008. *Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Jilid 2*. Departemen Pendidikan Nasional. Indonesia, Jakarta